

Système de contrôle du régime d'au moins un moteur d'un aéronef.

La présente invention concerne un système de contrôle du régime d'au moins un moteur d'un aéronef, en particulier d'un avion de transport.

Généralement, à chaque moteur d'un avion de transport est associée une unité de contrôle qui comporte notamment :

- 5 – un moyen de régulation pour agir sur le régime du moteur, en fonction d'ordres de commande reçus. Ce moyen de régulation est susceptible de régler le débit de carburant destiné à alimenter le moteur ; et
- une unité de calcul, par exemple un régulateur électronique moteur du type EEC ("Electronic Engine Control"), qui détermine les ordres de  
10 commande pour ledit moyen de régulation.

Cette unité de calcul utilise notamment des informations relatives aux conditions dans lesquelles évolue l'aéronef, c'est-à-dire des informations relatives à des paramètres aérodynamiques tels que les températures statique et totale et/ou les pressions statique et totale, pour déterminer  
15 ces ordres de commande. Pour des raisons de sécurité, ladite unité de calcul utilise plusieurs sources différentes pour obtenir ces informations, à savoir généralement :

- un capteur moteur, qui est susceptible de mesurer sur le moteur la valeur du paramètre aérodynamique considéré ; et
- 20 – deux sources avion, par exemple de type ADIRU ("Air Data Inertial Reference Unit"), qui ont également accès à des valeurs de ce paramètre aérodynamique et qui sont reliées individuellement par des liaisons spécifiques, par exemple de type ARINC 429, à ladite unité de calcul.

L'unité de calcul doit donc sélectionner, parmi les différentes valeurs  
25 leurs du paramètre aérodynamique qu'elle reçoit, celle qu'elle va utiliser pour ses calculs.

Dans certaines situations, une mauvaise sélection est possible, ce qui peut avoir des effets très dommageables. En effet, une information erronée qui n'est pas représentative des conditions de vol réelles de l'aéronef entraîne un calcul erroné du régime moteur de sorte que le moteur peut alors être amené à fonctionner dans un mode non approprié auxdites conditions de vol. Il peut alors même s'éteindre, par exemple lorsque le régime commandé est trop faible pour les conditions rencontrées.

La présente invention a pour objet de remédier à ces inconvénients. Elle concerne un système de contrôle, particulièrement fiable et à coût réduit, du régime d'au moins un moteur d'un aéronef, permettant d'éviter une sélection erronée de la valeur d'un paramètre aérodynamique utilisé.

A cet effet, selon l'invention, ledit système de contrôle du type comportant :

- une première et une deuxième sources d'informations déterminant des première et deuxième valeurs d'au moins un paramètre aérodynamique prédéterminé de l'aéronef ; et
- au moins une unité de contrôle dudit moteur, comprenant :
  - au moins un moyen de régulation pour agir sur le régime du moteur, en fonction d'ordres de commande reçus ;
  - au moins un capteur qui est susceptible de mesurer une quatrième valeur dudit paramètre aérodynamique, sur ledit moteur ; et
  - une unité de calcul qui est reliée auxdites première et deuxième sources d'informations, audit moyen de régulation et audit capteur, qui reçoit lesdites première, deuxième et quatrième valeurs dudit paramètre aérodynamique, qui prend en compte ces dernières pour sélectionner une valeur dudit paramètre aérodynamique comme valeur de commande, et qui utilise la valeur de commande ainsi sélectionnée au

moins pour déterminer un ordre de commande qui est transmis audit moyen de régulation,

est remarquable en ce que :

– ledit système comporte de plus :

5       . une troisième source d'informations déterminant une troisième valeur dudit paramètre prédéterminé ; et

      . un réseau de transmission d'informations, auquel sont raccordées lesdites première, deuxième et troisième sources d'informations et ladite unité de calcul, permettant une transmission d'informations  
10       entre lesdites sources d'informations et ladite unité de calcul ;

– lesdites première, deuxième et troisième sources d'informations sont indépendantes les unes des autres ;

– lesdites première, deuxième et troisième sources d'informations déterminent respectivement des première, deuxième et troisième informations d'exactitude indiquant l'exactitude respectivement desdites première, deuxième et troisième valeurs dudit paramètre aérodynamique ;  
15       et ;

– ladite unité de calcul sélectionne ladite valeur de commande en utilisant lesdites première, deuxième, troisième et quatrième valeurs du paramètre aérodynamique, ainsi que lesdits première, deuxième et troisième informations d'exactitude.  
20       

Ainsi, l'unité de calcul dispose, non seulement d'un nombre élevé de valeurs (première à quatrième valeurs) pour réaliser la sélection et choisir la valeur la plus précise et la plus appropriée pour le paramètre aérodynamique considéré, mais également d'une aide précieuse apportée par lesdites informations d'exactitude, qui lui permettent de réaliser la meilleure sélection de valeur possible, et surtout d'éviter toute mauvaise sélection (à la différence de la solution connue précitée), comme on le verra plus en détail ci-dessous. De plus, comme les différentes sources d'informations  
25

sont indépendantes les unes des autres, une éventuelle erreur d'une desdites sources ne peut pas affecter les autres sources.

Par conséquent, le système de contrôle conforme à l'invention est particulièrement fiable.

5           En outre, grâce audit réseau de transmission d'informations, il n'est pas nécessaire de relier les nouveaux éléments (en particulier ladite troisième source d'informations) individuellement aux autres éléments, ce qui nécessiterait de nombreuses liaisons spécifiques coûteuses et encombrantes, pour qu'ils puissent communiquer avec ces derniers. Il suffit en  
10       effet de les raccorder, simplement et directement, audit réseau de transmission d'informations.

          De façon avantageuse, pour sélectionner la valeur de commande, l'unité de calcul donne la priorité aux première, deuxième, troisième valeurs desdites sources d'informations par rapport à ladite quatrième valeur  
15       du capteur, elle choisit ladite quatrième valeur uniquement en cas de défaut d'accord précisé ci-dessous entre toutes les valeurs, et elle utilise lesdites informations d'exactitude au moins pour lever d'éventuelles ambiguïtés.

          Dans un mode de réalisation préféré, ladite unité de calcul utilise  
20       comme valeur de commande :

1/ si ladite quatrième valeur du capteur n'est pas valide :

A/ si lesdites première, deuxième et troisième valeurs desdites première, deuxième et troisième sources d'informations sont valides et sont en accord, ladite première valeur de ladite première source d'informations ;  
25       

B/ sinon :

α) si deux desdites première, deuxième et troisième valeurs sont valides et sont en accord et si le produit des deux informations d'exactitude correspondantes est égal à 1, une information

d'exactitude valant 1 si la valeur correspondante apparaît exacte et 0 sinon, la valeur la plus faible desdites deux valeurs en accord ;

β) sinon :

5 a) si l'une desdites première, deuxième et troisième valeurs est valide et si l'information d'exactitude correspondante vaut 1, cette valeur qui est valide ;

b) sinon, une valeur prédéterminée ; et

2/ si ladite quatrième valeur est valide :

10 A/ si l'une desdites première, deuxième et troisième valeurs est valide et est en accord avec une autre de ces dernières, ainsi qu'avec ladite quatrième valeur, cette valeur en accord ;

B/ sinon :

15 α) si deux desdites première, deuxième et troisième valeurs sont valides et en accord et si le produit des deux informations d'exactitude correspondantes est égal à 1, la valeur la plus faible desdites deux valeurs en accord ;

β) sinon :

20 a) si l'une desdites première, deuxième et troisième valeurs est valide, si elle est en accord avec ladite quatrième valeur et si son information d'exactitude vaut 1, cette valeur qui est valide ;

b) sinon, ladite quatrième valeur du capteur.

Selon l'invention :

- 25
- deux valeurs sont en accord, lorsque leur différence est inférieure à une valeur de seuil prédéterminée ; et
  - une valeur est valide, lorsqu'elle est comprise entre deux valeurs limites prédéterminées.

En outre, de façon avantageuse, ladite unité de calcul réalise une pondération lors d'un changement de sélection de valeur pour la valeur de commande (par exemple lorsqu'elle utilise comme valeur de commande d'abord ladite troisième valeur de la troisième source d'informations, puis ladite première valeur de la première source d'informations) de manière à éviter des sauts brusques de la valeur de commande sélectionnée et utilisée dans les traitements ultérieurs.

Par ailleurs, avantageusement :

- ladite unité de calcul est déconnectable en ce qui concerne la sélection de la valeur de commande ; et/ou
- ladite unité de calcul reçoit ladite quatrième valeur sur deux canaux différents, et utilise les deux valeurs ainsi reçues.

Selon l'invention, pour contrôler les régimes des moteurs d'un aéronef muni d'une pluralité de moteurs, par exemple quatre moteurs, le système de contrôle conforme à l'invention comporte, pour chaque moteur dont il contrôle le régime, une unité de contrôle spécifique (telle que précitée) comprenant un moyen de régulation, un capteur et une unité de calcul.

Avantageusement, chacune desdites sources d'informations reçoit de toutes les unités de contrôle les quatrièmes valeurs mesurées par le capteur de chacune desdites unités de contrôle et détermine son information d'exactitude à partir de ces quatrièmes valeurs.

Par conséquent, dans le cas d'un aéronef à  $n$  moteurs, chaque unité de calcul utilise directement ou indirectement  $n+3$  valeurs du paramètre aérodynamique considéré (à savoir lesdites première, deuxième et troisième valeurs desdites sources d'informations, qui sont prises en compte directement (ainsi que sa quatrième valeur), et les  $n$  quatrièmes valeurs desdits  $n$  capteurs, qui sont prises en compte indirectement dans

le calcul des informations d'exactitude), ce qui permet d'accroître la précision de la sélection et d'augmenter la sécurité.

Dans un mode de réalisation préféré, pour déterminer son information d'exactitude, chaque source d'information :

- 5     – calcule toutes les différences entre, d'une part, lesdites quatrièmes valeurs et, d'autre part, sa propre valeur dudit paramètre aérodynamique ;
- compare ces différences à une valeur de seuil prédéterminée ; et
- en déduit :
  - 10     . si au moins la moitié desdites différences sont inférieures à ladite valeur de seuil, que ladite information d'exactitude vaut 1 ;
  - . sinon, qu'elle vaut 0.

Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée. Sur ces figures, des références identiques désignent des éléments semblables.

15     La figure 1 est le schéma synoptique d'un système conforme à l'invention.

La figure 2 illustre schématiquement les différentes étapes d'un mode de sélection mis en œuvre par une unité de calcul d'un système conforme à l'invention.

20     Les figures 3 à 8 montrent schématiquement différents éléments de calcul permettant la mise en œuvre de différentes étapes du mode de sélection illustré sur la figure 2.

La figure 9 montre schématiquement un système conforme à l'invention, appliqué à un aéronef muni d'une pluralité de moteurs.

25     La figure 10 montre schématiquement une source d'informations d'un système conforme à l'invention.

Le système 1 conforme à l'invention et représenté schématiquement sur la figure 1 est destiné à contrôler le régime d'au moins un moteur 2 d'un aéronef, en particulier d'un avion de transport.

Ledit système 1 est du type comportant :

- une première et une deuxième sources d'informations usuelles 3 et 4 de l'aéronef, par exemple de type ADIRU ("Air Data Inertial Reference Unit"), qui sont susceptibles de déterminer des première et deuxième valeurs d'au moins un paramètre aérodynamique prédéterminé dudit aéronef, tel que par exemple la température statique, la température totale, la pression statique ou la pression totale ; et
- au moins une unité de contrôle 5 dudit moteur 2, comprenant :
  - au moins un moyen de régulation 6 usuel pour agir sur le régime du moteur 2, en fonction d'ordres de commande reçus. Ce moyen de régulation 6 est susceptible de régler le débit de carburant destiné à alimenter le moteur 2 ;
  - au moins un capteur 7 qui est susceptible de mesurer une quatrième valeur dudit paramètre aérodynamique, sur ledit moteur 2 ; et
  - une unité de calcul 8, par exemple un régulateur électronique moteur de type EEC ("Electronic Engine Control"), qui détermine les ordres de commande pour ledit moyen de régulation 6 et qui peut faire partie d'un système de régulation électronique numérique à pleine autorité du moteur de type FADEC ("Full Authority Digital Engine Control"). Ladite unité de calcul 8 est reliée auxdites première et deuxième sources d'informations 3 et 4, comme précisé ci-dessous, ainsi qu'audit moyen de régulation 6 et audit capteur 7, respectivement par l'intermédiaire de liaisons 10 et 11. L'unité de calcul 8 reçoit lesdites première, deuxième et quatrième valeurs dudit paramètre aérodynamique, et prend en compte ces dernières pour sélectionner une valeur dudit paramètre aérodynamique comme valeur de commande. Elle utilise la valeur de commande ainsi sélectionnée au moins pour déterminer un ordre de commande qui est transmis audit moyen de régulation 6.



Selon l'invention, ledit système de contrôle 1 comporte de plus :

- une troisième source d'informations 9 semblable auxdites sources 3 et 4, qui détermine une troisième valeur dudit paramètre aérodynamique prédéterminé ; et
- 5 – un réseau de transmission d'informations 12, auquel sont raccordées lesdites sources d'informations 3, 4, 9 et ladite unité de calcul 8, comme représenté sur la figure 1 de façon générale et schématique par des liaisons L1, L2, L3 et L4. Ledit réseau 12 permet une transmission d'informations entre lesdites sources d'informations 3, 4, 9 et ladite
- 10 unité de calcul 8.

Ainsi, ces éléments 3, 4, 8, 9 peuvent communiquer entre eux sans qu'on ait besoin de les relier directement entre eux par des connexions individuelles spécifiques (du type ARINC 429 par exemple), ce qui permet de réduire le coût et l'encombrement du système 1.

De plus, selon l'invention :

- lesdites première, deuxième et troisième sources d'informations 3, 4 et 9 sont indépendantes les unes des autres ;
- lesdites première, deuxième et troisième sources d'informations 3, 4 et 9 déterminent respectivement des première, deuxième et troisième
- 20 informations d'exactitude indiquant l'exactitude respectivement desdites première, deuxième et troisième valeurs dudit paramètre aérodynamique, comme précisé ci-dessous ; et
- l'unité de calcul 8 sélectionne ladite valeur de commande en utilisant lesdites première, deuxième, troisième et quatrième valeurs du paramètre
- 25 aérodynamique, ainsi que lesdits première, deuxième et troisième informations d'exactitude.

Pour ce faire, selon l'invention, ladite unité de calcul 8 donne la priorité aux valeurs desdites sources d'informations 3, 4, 9 par rapport à ladite quatrième valeur du capteur 7. Elle choisit ladite quatrième valeur

uniquement en cas de défaut d'accord entre toutes les valeurs reçues, et elle utilise lesdites informations d'exactitude au moins pour lever d'éventuelles ambiguïtés, comme précisé ci-dessous.

Ainsi, l'unité de calcul 8 dispose non seulement d'un nombre élevé de valeurs (première à quatrième valeurs) pour réaliser la sélection et choisir la valeur la plus précise et la plus appropriée pour le paramètre aérodynamique considéré, mais elle dispose également d'une aide précieuse apportée par lesdites informations d'exactitude, aide qui lui permet de réaliser la meilleure sélection de valeur possible, et surtout d'éviter toute (mauvaise) sélection d'une valeur inappropriée (engendrée par exemple par un dysfonctionnement d'un capteur).

Selon l'invention, l'unité de calcul 8 met en œuvre un mode (ou loi) de sélection particulier, pour sélectionner la valeur de commande à partir des différentes valeurs reçues, mentionnées précédemment.

Dans un mode de réalisation préféré, ladite unité de calcul 8 met en œuvre la loi de sélection, dont on a représenté le synoptique comprenant des étapes E1 à E7 sur la figure 2.

L'unité de calcul 8 vérifie d'abord dans l'étape E1 si la quatrième valeur reçue du capteur 7 est disponible et valide. Si cela n'est pas le cas (oui : O ; non : N), elle met en œuvre l'étape E2, pour vérifier si lesdites première, deuxième et troisième valeurs desdites première, deuxième et troisième sources d'informations 3, 4 et 9 sont valides et sont en accord. Dans le cadre de la présente invention :

- une valeur (ou une source d'informations dont elle est issue) est valide, lorsque cette valeur est comprise entre deux limites prédéterminées. Elle est donc non valide si elle est hors desdites limites, et ceci de préférence pendant une durée prédéterminée, par exemple pendant cinq secondes ; et

- deux valeurs sont en accord, lorsque leur différence est inférieure à une valeur de seuil prédéterminée.

Cette étape E2 peut être mise en œuvre à l'aide de l'élément de calcul C2 représenté schématiquement sur la figure 3. Cet élément de calcul C2 comporte :

- une première porte logique ET 14, dont les entrées 14.1, 14.2 et 14.3 reçoivent l'information de validité desdites sources 3, 4 et 9 ; et
- une seconde porte logique ET 15, dont les entrées 15.1, 15.2 et 15.3 reçoivent respectivement l'information sur l'accord entre les sources 3 et 4, l'information sur l'accord entre les sources 3 et 9, et le résultat issu de la porte 14, et dont le résultat est disponible à la sortie 15.4.

Si le résultat est positif (O), la solution S1 de la sélection concerne la sélection de ladite première valeur issue de la source 3 comme valeur de commande.

En revanche, si le résultat est négatif (N), l'unité de calcul 8 met en œuvre l'étape E3, pour vérifier si deux desdites première, deuxième et troisième valeurs sont valides et sont en accord et si le produit des deux informations d'exactitude correspondantes est égal à 1, une information d'exactitude valant 1 si la valeur correspondante apparaît exacte et 0 sinon, comme précisé ci-dessous. Cette étape E3 peut être mise en œuvre à l'aide de l'élément de calcul C3 représenté sur la figure 4. Cet élément de calcul C3 comporte :

- une première porte logique ET 16, dont les entrées 16.1 et 16.2 reçoivent l'information de validité de deux sources choisies. L'élément de calcul C3 est mis en œuvre pour tous les couples de sources possibles, comportant deux desdites trois sources 3, 4 et 9 ;
- une deuxième porte logique ET 17, dont les entrées 17.1 et 17.2 sont informées si les informations d'exactitude sont à 1 ou non ; et

- une troisième porte logique ET 18, dont les entrées 18.1, 18.2 et 18.3 reçoivent respectivement l'information sur l'accord des deux sources considérées et les résultats issus desdites portes 17 et 16, et dont le résultat est disponible à la sortie 18.4.

5 Si le résultat à la sortie 18.4 est positif (O), la solution S2 de la sélection concerne la sélection de la valeur la plus faible des deux sources en accord, comme valeur de commande.

En revanche, si le résultat est négatif (N), l'unité de calcul 8 met en œuvre l'étape E4, pour vérifier si l'une desdites première, deuxième et  
10 troisième valeurs est valide et si l'information d'exactitude correspondante vaut 1 ou non. Cette étape E4 peut être mise en œuvre à l'aide de l'élément de calcul C4 représenté sur la figure 5. Cet élément de calcul C4 comporte une porte logique ET 19, dont les entrées 19.1 et 19.2 sont informées, pour la source considérée, respectivement si la (première,  
15 deuxième ou troisième) valeur correspondante est valide et si son information d'exactitude est à 1 ou non, et dont le résultat est disponible à la sortie 19.3. Si le résultat à la sortie 19.3 est positif (O), la solution S3 de la sélection concerne la sélection de cette valeur qui est valide, comme valeur de commande, et, si le résultat est négatif (N), la solution S4  
20 concerne la sélection d'une valeur prédéterminée (qui est donc sélectionnée par défaut).

Par ailleurs, si la quatrième valeur reçue du capteur 7 est disponible et valide (étape E1), l'unité de calcul 8 met en œuvre l'étape E5, pour vérifier si l'une desdites première, deuxième et troisième valeurs des sources  
25 3, 4 et 9 est valide et est en accord avec une autre de ces dernières, ainsi qu'avec ladite quatrième valeur. Cette étape E5 peut être mise en œuvre à l'aide de l'élément de calcul C5 représenté sur la figure 6. Cet élément de calcul C5 comporte une porte logique ET 20 de sortie 20.3, et dont les entrées 20.1 et 20.2 sont reliées respectivement à des portes

logiques OU 21 et 22. La porte logique OU 21 est reliée à une unité de calcul 23 par ses entrées 21.1 et 21.2.

Cette unité de calcul 23 comporte :

- une première porte logique ET 24, dont les entrées 24.1 et 24.2 reçoivent respectivement l'information si la valeur de la source  $j$  (3, 4 ou 9) considérée est en accord avec une première indication ou valeur VA de ladite quatrième valeur du capteur 7, et si cette source  $j$  (3, 4 ou 9) est valide. La quatrième valeur mesurée par le capteur 7 est en effet émise sur deux canaux A et B différents selon deux indications ou valeurs VA et VB ; et
- une seconde porte logique ET 25, dont les entrées 25.1 et 25.2 reçoivent respectivement l'information si la valeur de la source  $j$  (3, 4 ou 9) considérée est en accord avec la seconde indication ou valeur VB de ladite quatrième valeur (canal B), et si cette source  $j$  (3, 4 ou 9) est valide.

En outre, la porte logique OU 22 est reliée par ses entrées 22.1 et 22.2 respectivement :

- à une première porte logique ET 26, dont les entrées 26.1, 26.2 et 26.3 reçoivent respectivement les informations si la source  $j$  et une source  $k$  (parmi les sources 3, 4 et 9) sont en accord, si la source  $j$  est valide et si la source  $k$  est valide ; et
- à une seconde porte logique ET 27, dont les entrées 27.1, 27.2 et 27.3 reçoivent respectivement les informations si la source  $j$  est valide, si la troisième source  $k$  est valide et si lesdites sources  $j$  et  $k$  sont en accord.

Si le résultat du traitement mis en œuvre par le moyen de calcul C5 est positif (O), la solution S5 de la sélection concerne la sélection de la valeur (de ladite source  $j$ ) qui est en accord, comme valeur de commande.

En revanche, si le résultat est négatif (N), l'unité de calcul 8 met en œuvre l'étape E6, pour vérifier si deux desdites première, deuxième et

troisième valeurs sont valides et en accord (sous-étape E6A) et si le produit des deux informations d'exactitude correspondantes est égal à 1 (sous-étape E6B). Cette étape E6 peut être mise en œuvre à l'aide de l'élément de calcul C6 représenté sur la figure 7. Cet élément de calcul C6

5 comporte :

- une porte logique ET 28, dont les entrées 28.2 et 28.3 sont informées si les informations d'exactitude respectivement de deux sources  $i$  et  $j$  (parmi les sources 3, 4 et 9) sont à 1 ou non, dont l'entrée 28.1 est reliée à une porte logique ET 29, et dont la sortie 28.4 fournit le résultat ;

10 et

- ladite porte logique ET 29, dont l'entrée 29.1 est informée si les valeurs des sources  $i$  et  $j$  sont en accord, dont l'entrée 29.2 est informée si la source  $i$  est valide, et dont l'entrée 29.3 est informée si la source  $j$  est valide.

15 Si le résultat du traitement mis en œuvre par le moyen de calcul C6 est positif (O), la solution S6 de la sélection concerne la sélection de la valeur la plus faible des deux sources  $i$  et  $j$  en accord, comme valeur de commande.

20 En revanche, si le résultat est négatif (N) pour la sous-étape E6A ou pour la sous-étape E6B, l'unité de calcul 8 met en œuvre l'étape E7, pour vérifier si l'une desdites première, deuxième et troisième valeurs est valide et si elle est en accord avec ladite quatrième valeur (sous-étape E7A) et si son information d'exactitude vaut 1 (sous-étape E7B). Cette étape E7 peut être mise en œuvre à l'aide de l'élément de calcul C7 représenté sur la figure 8. Cet élément de calcul C7 comporte une porte logique

25 ET 30, dont une entrée 30.1 est reliée à l'unité de calcul 23 via la porte 21 (semblable à celle de la figure 6), dont l'entrée 30.2 est informée si l'information d'exactitude de la source considérée vaut bien 1 ou non, et dont le résultat est disponible à la sortie 30.3.

Si le résultat à la sortie 30.3 est positif (O), la solution S7 de la sélection concerne la sélection de cette valeur qui est valide et en accord avec la quatrième valeur, comme valeur de commande et, si le résultat est négatif (N), la solution S8 concerne la sélection de ladite quatrième valeur.

5 Lesdits éléments de calcul C2 à C7 sont implantés dans ladite unité de calcul 8.

De préférence, ladite unité de calcul 8 réalise une pondération lors d'un changement de sélection de valeur pour la valeur de commande et, de plus, elle est déconnectable en ce qui concerne la sélection de la valeur  
10 de commande. Ceci est notamment intéressant au sol pour éviter des détections erronées.

Le système de contrôle 1 conforme à l'invention est particulièrement bien approprié pour contrôler simultanément les régimes de tous les moteurs 2A, 2B, 2C, 2D d'un aéronef multimoteur, comme représenté sur  
15 la figure 9. Pour ce faire, ledit système de contrôle 1 comporte, en plus des trois sources d'informations 3, 4 et 9 et du réseau de transmission d'informations 12, une unité de contrôle 5A, 5B, 5C, 5D pour chacun desdits moteurs 2A, 2B, 2C, 2D, lesdites unités de contrôle 5A, 5B, 5C, 5D étant semblables à l'unité de contrôle 5 de la figure 1 (les mêmes éléments  
20 ayant les mêmes références, accompagnées sur la figure 9 d'une des lettres A, B, C ou D pour les différencier entre eux, en fonction du moteur 2A, 2B, 2C ou 2D auquel ils sont associés).

Chacune desdites sources d'informations 3, 4, 9 transmet audit réseau 12, sa (première, deuxième ou troisième) valeur du paramètre  
25 aérodynamique prédéterminée par une liaison 37, et son information d'exactitude par une liaison 31.

De plus, chaque unité de contrôle 5A, 5B, 5C et 5D reçoit :

- par une liaison 32.3, la première valeur de la source 3 ;
- par une liaison 32.4, la deuxième valeur de la source 4 ;

- par une liaison 32.9, la troisième valeur de la source 9 ;
- par une liaison 33.3, la première information d'exactitude de la source 3 ;
- par une liaison 33.4, la deuxième information d'exactitude de la source 4 ; et
- par une liaison 33.9, la troisième information d'exactitude de la source 9.

Par ailleurs, chacune desdites unités de contrôle 5A, 5B, 5C et 5D transmet la quatrième valeur correspondante, par l'intermédiaire d'une liaison 34, au réseau 12. Ces quatrièmes valeurs sont ensuite transmises aux différentes sources 3, 4, 9 par l'intermédiaire de liaisons 35A, 35B, 35C et 35.D.

Grâce à ces informations, chacune desdites sources 3, 4, 9, dont l'une est représentée sur la figure 10, peut déterminer son information d'exactitude à partir des quatrièmes valeurs mesurées sur les différents moteurs 2A, 2B, 2C et 2D et partir de sa propre valeur reçue par une liaison 36. Selon l'invention, pour déterminer son information d'exactitude, chaque source d'informations 3, 4, 9 :

- calcule toutes les différences entre, d'une part, lesdites quatrièmes valeurs et, d'autre part, sa propre valeur dudit paramètre aérodynamique ;
- compare ces différences à une valeur de seuil prédéterminée ; et
- en déduit :
  - si au moins la moitié desdites différences sont inférieures à ladite valeur de seuil, que ladite information d'exactitude vaut 1 ;
  - sinon, qu'elle vaut 0.



## REVENDICATIONS

1. Système de contrôle du régime d'au moins un moteur d'un aéronef, ledit système (1) comportant :

– une première et une deuxième sources d'informations (3, 4) déterminant des première et deuxième valeurs d'au moins un paramètre aérodynamique prédéterminé de l'aéronef ; et

– au moins une unité de contrôle (5) dudit moteur (2), comprenant :

• au moins un moyen de régulation (6) pour agir sur le régime du moteur (2), en fonction d'ordres de commande reçus ;

• au moins un capteur (7) qui est susceptible de mesurer une quatrième valeur dudit paramètre aérodynamique, sur ledit moteur (2) ; et

• une unité de calcul (8) qui est reliée auxdites première et deuxième sources d'informations (3, 4), audit moyen de régulation (6) et audit capteur (7), qui reçoit lesdites première, deuxième et quatrième valeurs dudit paramètre aérodynamique, qui prend en compte ces dernières pour sélectionner une valeur dudit paramètre aérodynamique comme valeur de commande, et qui utilise la valeur de commande ainsi sélectionnée au moins pour déterminer un ordre de commande qui est transmis audit moyen de régulation (6),

caractérisé en ce que :

– ledit système (1) comporte de plus :

• une troisième source d'informations (9) déterminant une troisième valeur dudit paramètre prédéterminé ; et

• un réseau de transmission d'informations (12), auquel sont raccordées lesdites première, deuxième et troisième sources d'informations (3, 4, 9) et ladite unité de calcul (8) permettant une transmission d'informations entre lesdites sources d'informations (3, 4, 9) et ladite unité de calcul (8) ;

- lesdites première, deuxième et troisième sources d'informations (3, 4, 9) sont indépendantes les unes des autres ;
- lesdites première, deuxième et troisième sources d'informations (3, 4, 9) déterminent respectivement des première, deuxième et troisième informations d'exactitude indiquant l'exactitude respectivement desdites première, deuxième et troisième valeurs dudit paramètre aérodynamique ; et
- ladite unité de calcul (8) sélectionne ladite valeur de commande en utilisant lesdites première, deuxième, troisième et quatrième valeurs du paramètre aérodynamique, ainsi que lesdits première, deuxième et troisième informations d'exactitude.

2. Système selon la revendication 1,

caractérisé en ce que, pour sélectionner la valeur de commande, l'unité de calcul (8) donne la priorité aux valeurs desdites sources d'informations (3, 4, 9) par rapport à ladite quatrième valeur du capteur (7), elle choisit ladite quatrième valeur uniquement en cas de défaut d'accord entre toutes les valeurs, et elle utilise lesdites informations d'exactitude au moins pour lever d'éventuelles ambiguïtés.

3. Système selon l'une des revendications 1 et 2,

caractérisé en ce que ladite unité de calcul (8) utilise comme valeur de commande :

1/ si ladite quatrième valeur du capteur (7) n'est pas valide :

A/ si lesdites première, deuxième et troisième valeurs desdites première, deuxième et troisième sources d'informations (3, 4, 9) sont valides et sont en accord, ladite première valeur de ladite première source d'informations (3) ;

B/ sinon :

α) si deux desdites première, deuxième et troisième valeurs sont valides et sont en accord et si le produit des deux informations

d'exactitude correspondantes est égal à 1, une information d'exactitude valant 1 si la valeur correspondante apparaît exacte et 0 sinon, la valeur la plus faible desdites deux valeurs en accord ;

5       β) sinon :

a) si l'une desdites première, deuxième et troisième valeurs est valide et si l'information d'exactitude correspondante vaut 1, cette valeur qui est valide ;

b) sinon, une valeur prédéterminée ; et

10      2/ si ladite quatrième valeur est valide :

A/ si l'une desdites première, deuxième et troisième valeurs est valide et est en accord avec une autre de ces dernières, ainsi qu'avec ladite quatrième valeur, cette valeur en accord ;

B/ sinon :

15       α) si deux desdites première, deuxième et troisième valeurs sont valides et sont en accord et si le produit des deux informations d'exactitude correspondantes est égal à 1, la valeur la plus faible desdites deux valeurs en accord ;

β) sinon :

20       a) si l'une desdites première, deuxième et troisième valeurs est valide, si elle est en accord avec ladite quatrième valeur et si son information d'exactitude vaut 1, cette valeur qui est valide ;

b) sinon, ladite quatrième valeur du capteur (7).

25      4. Système selon la revendication 3,

caractérisé en ce que deux valeurs sont en accord, lorsque leur différence est inférieure à une valeur de seuil prédéterminée.

5. Système selon l'une des revendications 3 et 4, caractérisé en ce qu'une valeur est valide, lorsqu'elle est comprise entre deux valeurs limites prédéterminées.

6. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite unité de calcul (8) réalise une pondération lors d'un changement de sélection de valeur pour la valeur de commande.

7. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite unité de calcul (8) est déconnectable en ce qui concerne la sélection de la valeur de commande.

8. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite unité de calcul (8) reçoit ladite quatrième valeur sur deux canaux différents, et utilise les deux valeurs ainsi reçues.

9. Système selon l'une quelconque des revendications précédentes, pour contrôler les régimes des moteurs (2A, 2B, 2C, 2D) d'un aéronef muni d'une pluralité de moteurs (2A, 2B, 2C, 2D), caractérisé en ce qu'il comporte, pour chaque moteur (2A, 2B, 2C, 2D) dont il contrôle le régime, une unité de contrôle spécifique (5A, 5B, 5C, 5D) comprenant un moyen de régulation (6), un capteur (7) et une unité de calcul (8).

10. Système selon la revendication 9, caractérisé en ce que chacune desdites sources d'informations (3, 4, 9) reçoit de toutes les unités de contrôle (5A, 5B, 5C, 5D) les quatrième valeurs mesurées par le capteur (7) de chacune desdites unités de contrôle (5A, 5B, 5C, 5D) et détermine son information d'exactitude à partir de ces quatrième valeurs.

11. Système selon la revendication 10,  
caractérisé en ce que, pour déterminer son information d'exactitude, cha-  
que source d'information (3, 4, 9) :

- calcule toutes les différences entre lesdites quatrièmes valeurs et sa  
5 valeur dudit paramètre aérodynamique ;
- compare ces différences à une valeur de seuil prédéterminée ; et
- en déduit :
  - si au moins la moitié desdites différences sont inférieures à ladite  
valeur de seuil, que ladite information d'exactitude vaut 1 ;
  - 10 • sinon, qu'elle vaut 0.

1/5

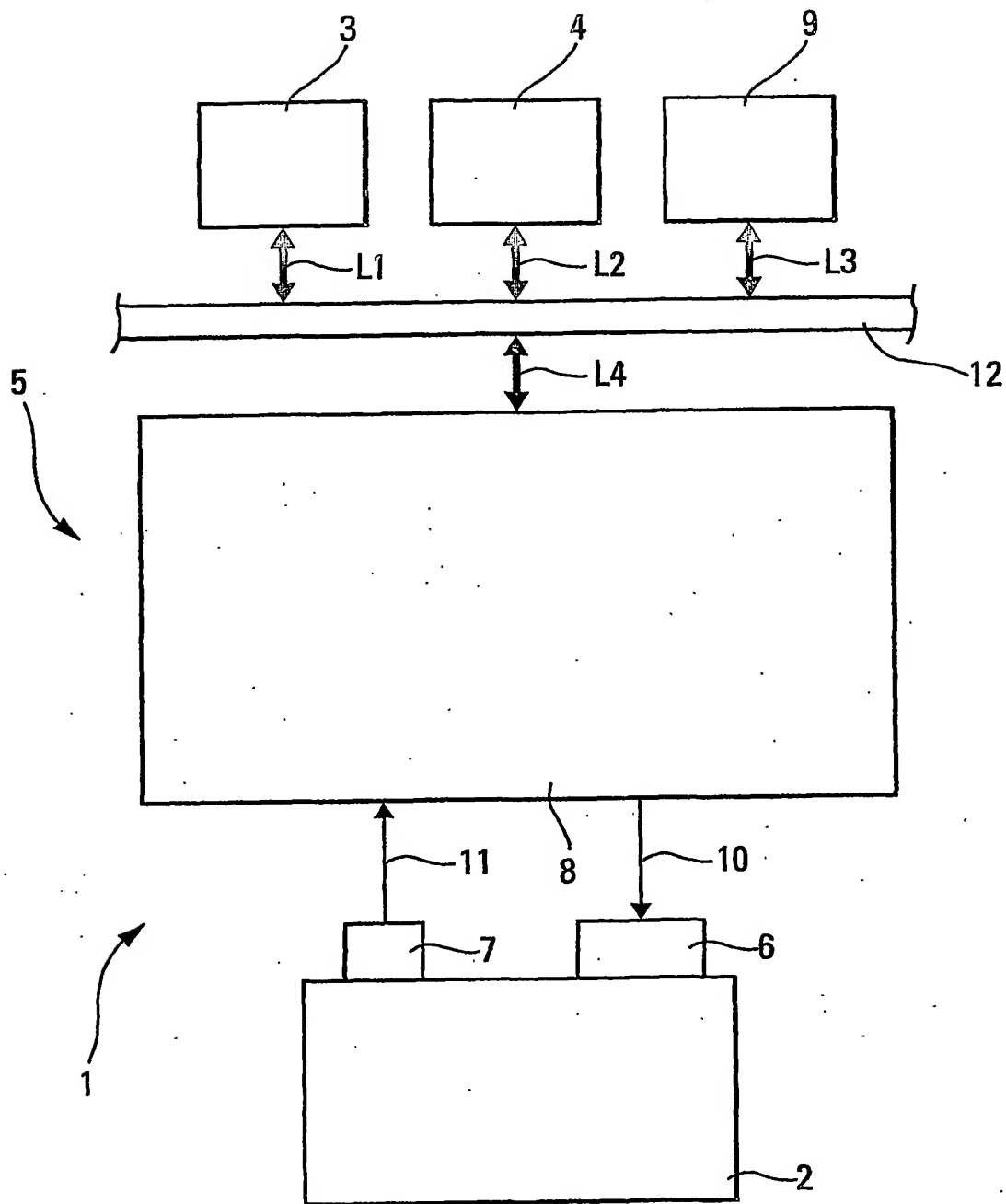


Fig. 1

2/5

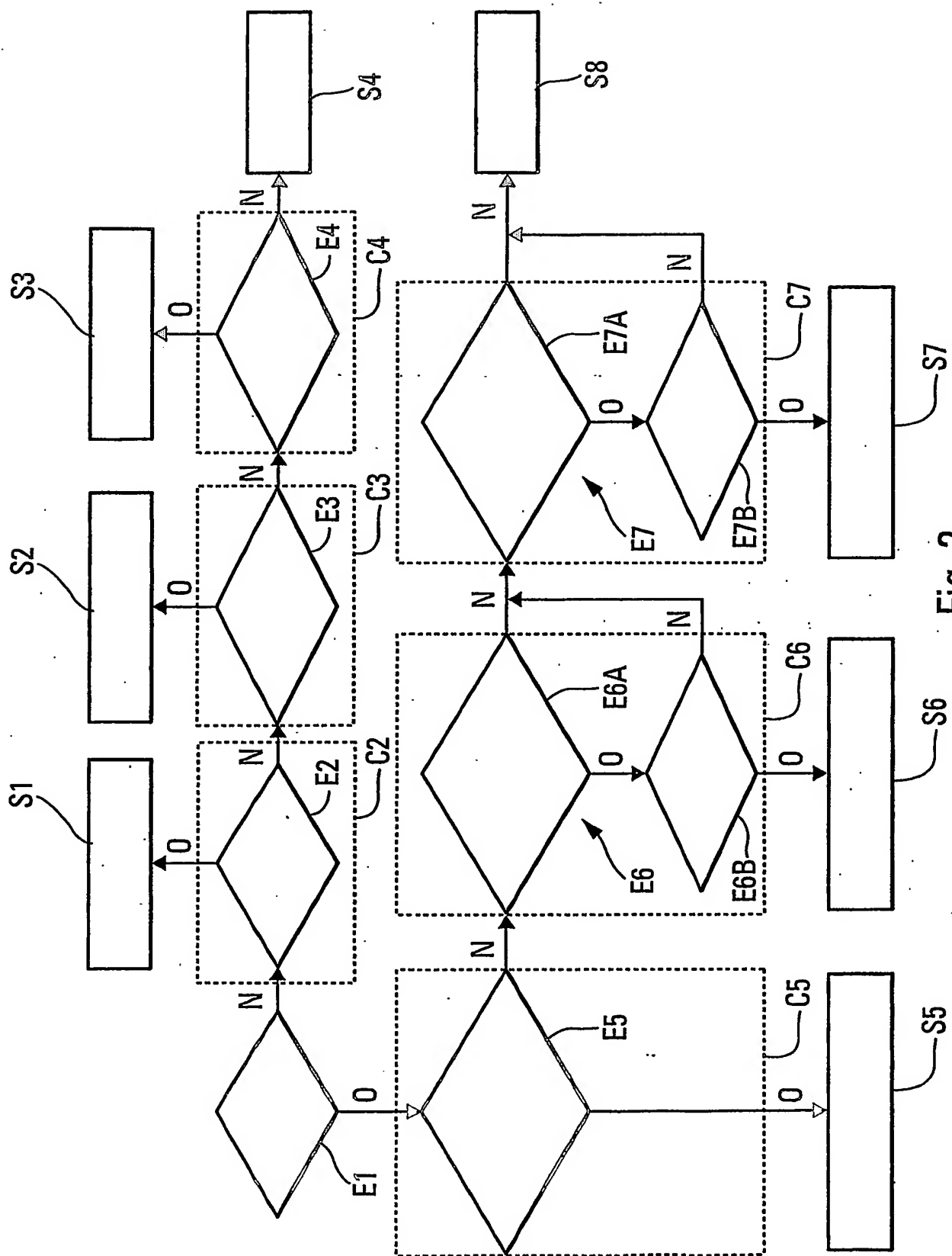
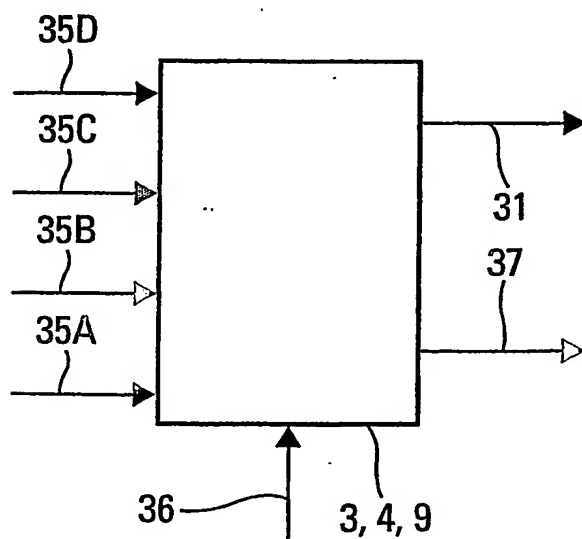
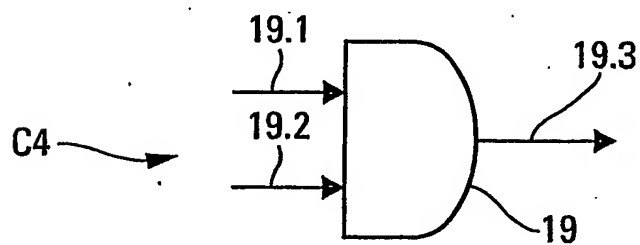
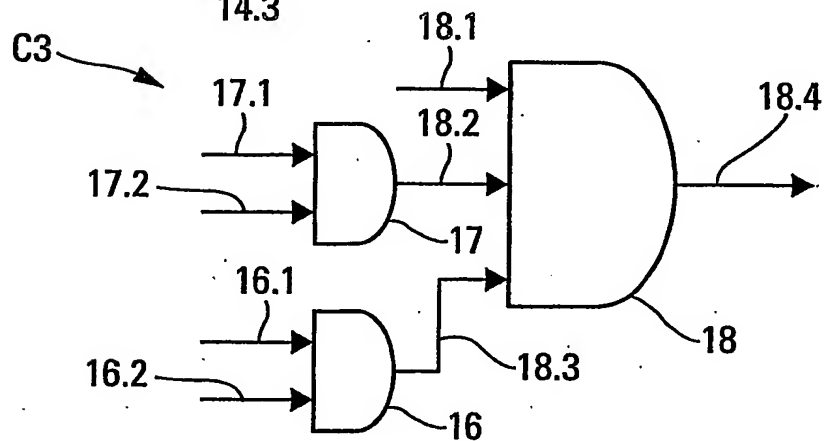
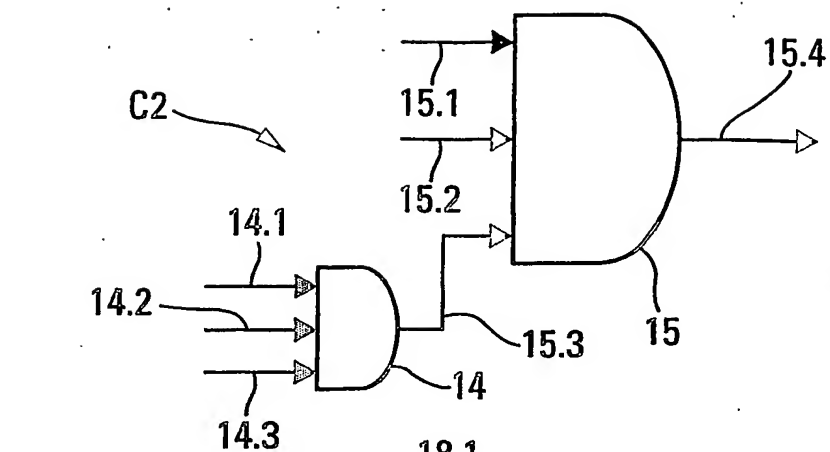


Fig. 2

3/5





4/5

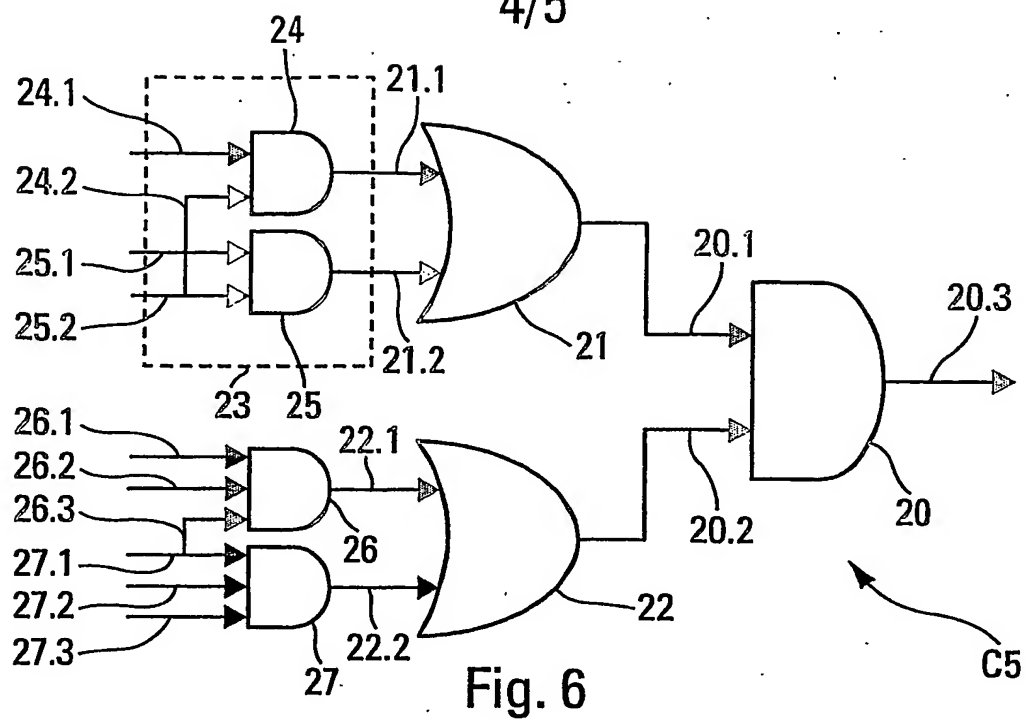


Fig. 6

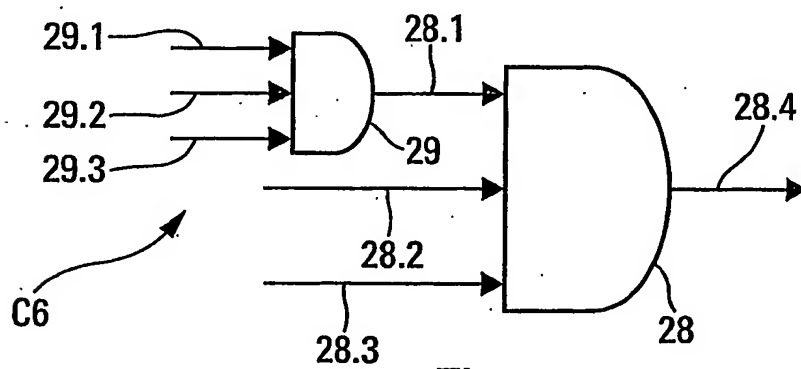


Fig. 7

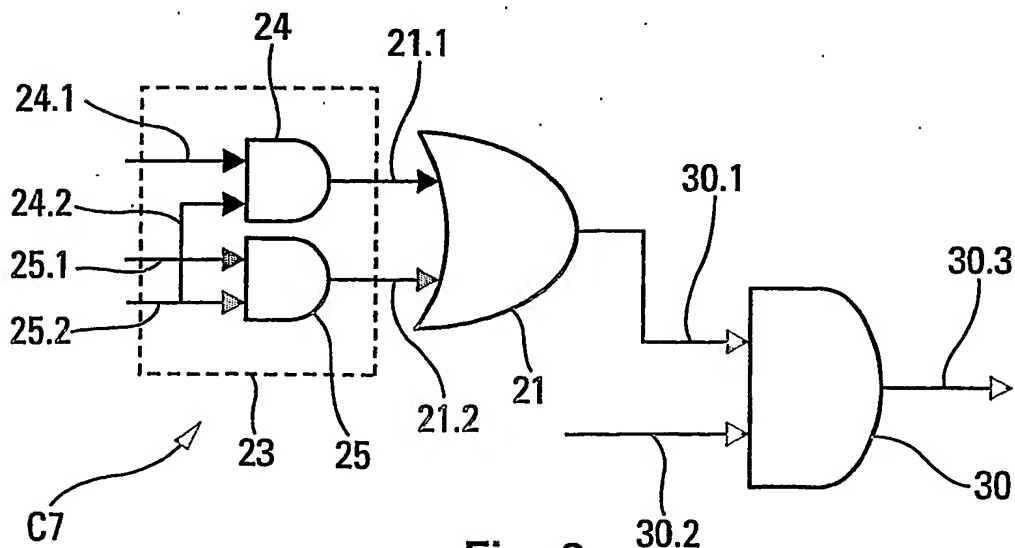


Fig. 8

5/5

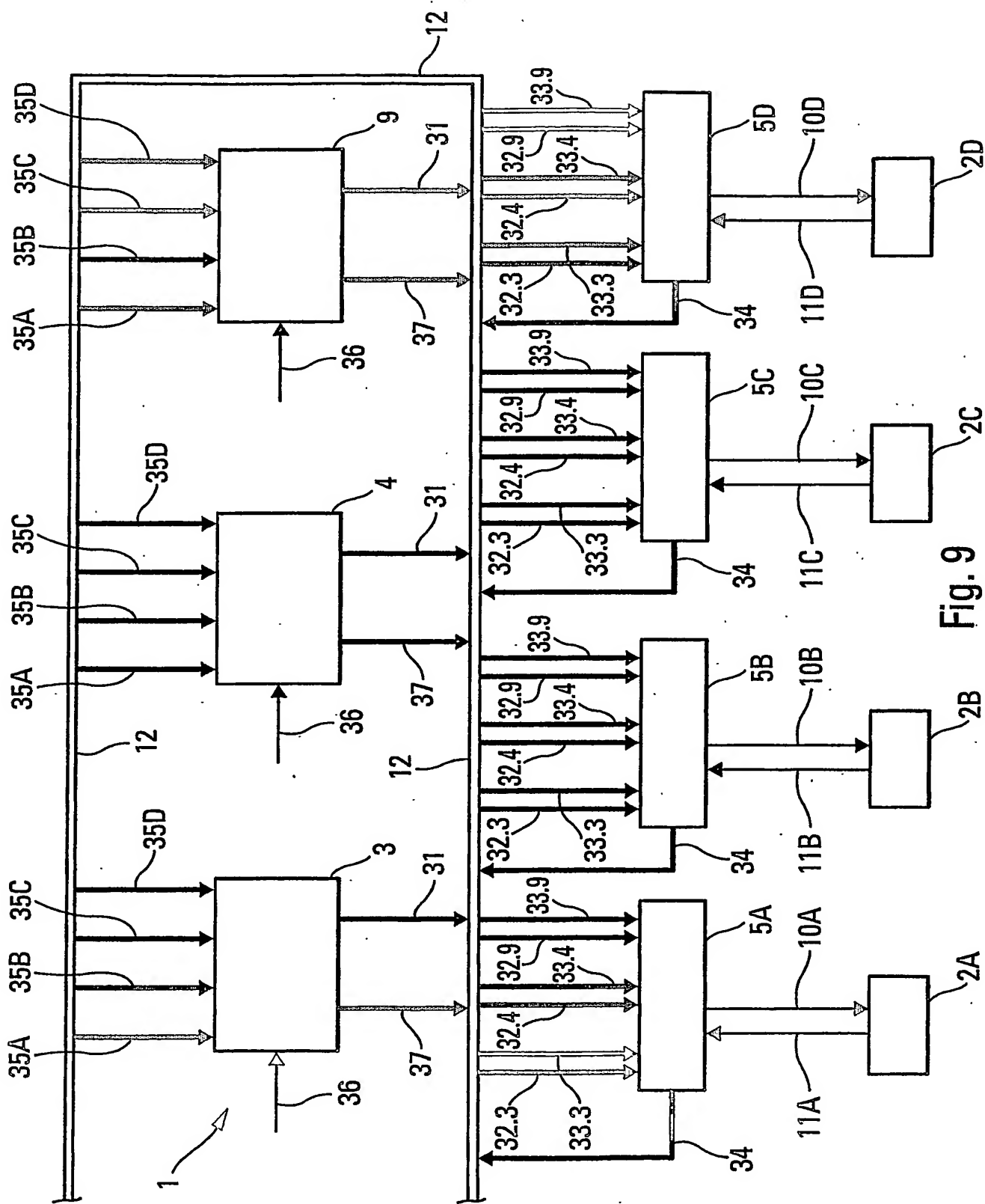


Fig. 9